

Ondes électromagnétiques

Optique ondulatoire



Chapitres au programme (cours & exercices)

- Ondes électromagnétiques dans le vide (pas de dipôle rayonnant au programme)
- Modèle scalaire de la lumière : notions fondamentales (cours & applications directes uniquement)
- Interférences lumineuses (à deux ondes) : des conditions théoriques aux conditions pratiques d'observation (idem)

Valeurs numériques & Ordres de grandeur utiles

À connaître par cœur : en plus de tous les ordres de grandeur des semaines 1 à 15

- Longueur d'onde d'un laser rouge He-Ne $\lambda = 632,8 \text{ nm}$; de la raie verte d'une lampe Hg $\lambda = 546,1 \text{ nm}$; du doublet jaune d'une lampe Na $\lambda = 589,0 \text{ et } 589,6 \text{ nm}$
- Longueur de cohérence d'un laser $L_c \sim 1 \text{ m}$; d'une raie spectrale BP $L_c \sim 1 \text{ mm}$; d'une lampe blanche munie d'un filtre interférentiel $L_c \sim 10 \text{ }\mu\text{m}$

À savoir estimer rapidement : fréquences dans le domaine visible, largeur spectrale et durée de cohérence des vibrations quasi-monochromatiques usuelles. . .

Détails sur le contenu des chapitres

Ondes électromagnétiques dans le vide

Équations de propagation d'un champ électromagnétique dans une région sans charge ni courant.	Établir et citer les équations de propagation d'un champ électromagnétique dans le vide.
Structure d'une onde plane progressive harmonique.	Établir et exploiter la structure d'une onde électromagnétique plane progressive harmonique. Utiliser la superposition d'ondes planes progressives harmoniques pour justifier les propriétés d'ondes électromagnétiques planes progressives non harmoniques.
Aspects énergétiques.	Relier la direction du vecteur de Poynting et la direction de propagation de l'onde. Relier le flux du vecteur de Poynting à un flux de photons via la relation d'Einstein-Planck. Citer quelques ordres de grandeur de flux énergétiques surfaciques moyens (laser hélium-néon, flux solaire, téléphonie) et les relier aux ordres de grandeur des champs électriques associés.
Polarisation des ondes électromagnétiques planes progressives harmoniques : polarisation elliptique, circulaire et rectiligne.	Relier l'expression du champ électrique à l'état de polarisation d'une onde.

Modèle scalaire de la lumière

Modèle de propagation dans l'approximation de l'optique géométrique. Vibration lumineuse. Chemin optique. Déphasage dû à la propagation. Surfaces d'ondes. Théorème de Malus. Onde plane, onde sphérique ; effet d'une lentille mince dans l'approximation de Gauss.	Associer la grandeur scalaire de l'optique à une composante d'un champ électrique. Exprimer le retard de phase en un point en fonction de la durée de propagation ou du chemin optique. Utiliser l'égalité des chemins optiques sur les rayons d'un point objet à son image.
---	--

	Associer une description de la formation des images en termes de rayons lumineux et en termes de surfaces d'ondes.
Réception d'une onde lumineuse Récepteurs. Intensité lumineuse.	Comparer le temps de réponse d'un récepteur usuel (œil, photodiode, capteur CCD) aux temps caractéristiques des vibrations lumineuses. Relier l'intensité lumineuse à la moyenne temporelle du carré de la grandeur scalaire de l'optique.

Interférences lumineuses (à deux ondes) : des conditions théoriques aux conditions pratiques d'observation

Modèle d'émission Largeur spectrale. Cohérence temporelle.	Classer différentes sources lumineuses (lampe spectrale basse pression, laser, source de lumière blanche...) en fonction du temps de cohérence de leurs diverses radiations. Citer quelques ordres de grandeur des longueurs de cohérence temporelle associées à différentes sources. Relier, en ordre de grandeur, le temps de cohérence et la largeur spectrale de la radiation considérée.
Superposition de deux ondes quasi-monochromatiques non synchrones ou incohérentes entre elles.	Justifier et utiliser l'additivité des intensités.
Superposition de deux ondes quasi-monochromatiques cohérentes entre elles : formule de Fresnel. Contraste.	Établir la formule de Fresnel. Identifier une situation de cohérence entre deux ondes et utiliser la formule de Fresnel. Associer un bon contraste à des ondes d'intensités voisines.